

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年2月5日 (05.02.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/011193 A1

- (51) 国際特許分類⁷: B23Q 15/00, 15/00301
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009541
(22) 国際出願日: 2003年7月28日 (28.07.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2002-221402 2002年7月30日 (30.07.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シチズン
時計株式会社 (CITIZEN WATCH CO., LTD.) [JP/JP];
〒188-8511 東京都西東京市田無町六丁目1番12号
Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 渋谷 友隆
(SHIBUI, Yutaka) [JP/JP]; 〒389-0206 長野県北佐久
郡御代田町御代田4107-6 シチズン精機株式会
社内 Nagano (JP).
(74) 代理人: 青木 篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒105-8423
東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビ
ル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

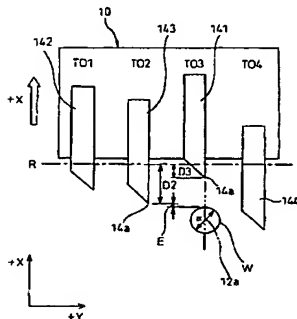
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU,
LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ,
OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
YU, ZA, ZM, ZW.
(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: TOOL SELECTION METHOD FOR MACHINE TOOL, CONTROL DEVCIE, AND NUMERICALLY
CONTROLLED LATHE

(54) 発明の名称: 工作機械における工具選択方法及び制御装置並びに数値制御旋盤



(57) Abstract: A tool selection method for a machine tool for identifying the maximum blade tip distance (D2) of a currently selected tool (141), a next designated tool (142), and an intermediate tool (143) disposed therebetween, comprising the steps of moving a tool post (10) in + X-axis direction after a machining by the currently selected tool (141) is completed until the blade tip of the currently selected tool (141) is separated from a work (W) along the X-axis by a distance provided by adding a clearance distance (E) to a difference between the maximum blade tip distance (D2) and the blade tip distance (D3) of the currently selected tool (141), moving the tool post (10) in + Y-axis direction until the blade tip of the next designated tool (142) aligned with the rotating center axis (12a) of the work (W) in the X-axis direction, and moving the tool post (10) in - X-axis direction.

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/011193 A1



(57) 要約:

現選択工具（１４１）と次指定工具（１４２）とそれらの間の中間配置工具（１４３）とに関し、最大刃先距離（Ｄ２）を特定する。現選択工具（１４１）の加工作業完了後、刃物台（１０）を＋Ｘ軸方向へ移動し、現選択工具（１４１）の刃先が被加工素材（Ｗ）から最大刃先距離（Ｄ２）と現選択工具（１４１）の刃先距離（Ｄ３）との差に逃げ距離（Ｅ）を加えた距離だけＸ軸に沿って離隔する。刃物台（１０）を＋Ｙ軸方向へ移動し、次指定工具（１４２）の刃先が被加工素材（Ｗ）の回転中心軸線（１２ａ）に対してＸ軸方向へ整列する位置に配置する。刃物台（１０）を－Ｘ軸方向へ移動する。

明 細 書

工作機械における工具選択方法及び制御装置並びに数値制御旋盤

技術分野

本発明は、工作機械における工具選択方法に関する。さらに本発明は、工作機械で工具選択を実施するための制御装置、及びその制御装置を備えた数値制御旋盤に関する。

背景技術

工作機械（例えば数値制御（NC）旋盤）において、バイトやドリル等の複数の工具を並列配置で装着可能な刃物台（以下、くし歯刃物台と称する）を備え、このくし歯刃物台が、旋盤機台上で互いに直交する２つの制御軸（例えばX軸及びY軸）に沿って送り運動できるように構成したものは知られている。くし歯刃物台には複数の工具が、それぞれの刃先又は先端を同一方向へ向けて互いに平行に離間して装着される。くし歯刃物台を備えたNC旋盤において、くし歯刃物台上の所望の工具で被加工素材を加工する際には、被加工素材の回転中心軸線の位置座標をワーク座標系の原点として、当該工具の刃先又は先端の移動位置をワーク座標上で指令する。

被加工素材に対する一連の加工プログラムの実行中に、くし歯刃物台に装着した複数の工具から個々の加工段階に使用する工具を選択する際には、くし歯刃物台を、それら工具の刃先が被加工素材に接触しない後退位置に配置して、工具の並列方向に平行な第１制御軸（例えばY軸）方向へ送り運動させる。そして、選択した工具の刃先と被加工素材の回転中心軸線とが、第１制御軸に直交する第２制御軸（例えばX軸）方向へ整列して配置された時点で、工具選択

が完了する。その状態から、くし歯刃物台を第2制御軸方向へ送り運動させ、選択した工具の刃先又は先端を被加工素材に当接して加工を実施する。なお、本明細書における「工具の刃先」又は「工具の先端」という用語は、工具が加工作業に際して被加工素材に最初に接触する部位を示すものである。

くし歯刃物台に装着される複数の工具は、くし歯刃物台自体の固有値として設定される標準刃先位置に対し、それぞれの刃先を同一距離の位置に揃えて配置される場合と、異なる距離の位置に不揃いにして配置される場合とがある。従来のNC旋盤で、刃先位置を不揃いにして複数の工具を装着したくし歯刃物台に対し、上記した工具選択方法を実施する場合は、くし歯刃物台に装着した全ての工具のうちで最も長い工具（すなわち標準刃先位置から個々の刃先位置までの刃先距離が最大の工具）が被加工素材に接触しない位置まで、くし歯刃物台を第2制御軸方向へ後退させた状態で、次の第1制御軸方向への工具選択（交換）動作を実施している。或いは、機械構成上許容されるくし歯刃物台の移動範囲の限界位置まで、刃物台を第2制御軸方向へ後退させる場合もある。

従来のNC旋盤で、装着した工具群の刃先位置が不揃いなくし歯刃物台に対する工具選択方法を実施する際には、被加工素材の外径寸法、標準刃先位置から最長工具の刃先位置までの最大刃先距離、工具選択中に最長工具の刃先を被加工素材から僅かに離隔するための逃げ距離、及び各工具の刃先位置（第2制御軸座標）をデータとして使用する。そして、加工作業中の現選択工具の加工作業完了後、NC装置がこれらのデータを演算処理して、くし歯刃物台を上記したように第2制御軸に沿って後退位置へ移動するとともに、後退位置で第1制御軸方向へ移動して、次に使用する次指定工具を選択する。この工具選択方法のプログラムでは、工具を選択するための

ツール番号指定ブロック（この指定により工具選択が自動遂行される）に続けて、ワーク座標系を現選択工具用の位置から次指定工具用の位置にずらす座標系シフトブロック、次指定工具を選択完了位置から加工作業位置へ移動する工具刃先位置決めブロック、ワーク座標系を基準位置に戻す座標系復元ブロック等の、複数の制御ブロックを記述している。

刃先位置が不揃いな複数の工具を装着したくし歯刃物台に対し、工具選択を遂行するために、刃物台上の最長工具が被加工素材に接触しない位置や刃物台の許容移動範囲の限界位置までくし歯刃物台を後退させることは、加工工程に本来無用な送り運動の遂行であり、アイドル時間増加の要因となる。その結果、工具選択の回数が増えると、加工プログラムのサイクル時間が著しく増加し、製造工程の高速化が妨げられることになっていた。また、従来のNC旋盤における前述した工具選択方法のプログラムでは、ツール番号指定ブロックに加えて、加工段階制御ブロックに移行する間の座標系シフト等の制御ブロックを記述する必要があり、プログラマーに対し負担となっていた。

発明の開示

本発明の目的は、互いに直交する2つの制御軸に沿って送り運動可能な刃物台を有する工作機械における工具選択方法であって、工具選択時に刃物台の無駄な送り運動を回避でき、以って加工プログラムのサイクル時間の増加を効果的に抑制できる工具選択方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、互いに直交する2つの制御軸に沿って送り運動可能な刃物台を有する工作機械における工具選択方法であって、工具選択プログラムの作成を著しく容易にすることができる工具

選択方法を提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、上記したような工具選択方法を工作機械において実施するための制御装置を提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、そのような制御装置を備えた数値制御旋盤を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明は、互いに直交する第 1 及び第 2 制御軸に沿って移動可能な刃物台を有する工作機械で、刃物台に第 1 制御軸方向へ並列する配置でそれぞれの刃先を同一方向へ向けて装着した複数の工具から、所望の工具を自動選択するための工具選択方法であって、刃物台に固有の標準刃先位置を設定することと、工具選択中に工具の刃先を被加工素材から僅かに離隔するための逃げ距離を設定することと、刃物台に装着した全ての工具に関して、標準刃先位置から刃物台上での実際の刃先位置までの刃先距離を求めることと、全ての工具のうち、先に使用する現選択工具と、次に使用する次指定工具と、現選択工具と次指定工具との間に配置される中間配置工具が存在する場合は中間配置工具とに関して、それぞれの刃先距離の中から最大刃先距離を特定することと、現選択工具の加工作業完了後、刃物台を第 2 制御軸方向へ移動して、現選択工具の刃先が被加工素材から最大刃先距離と現選択工具の刃先距離との差に逃げ距離を加えた距離だけ第 2 制御軸に沿って離隔する工具交換始端位置に配置することと、工具交換始端位置から刃物台を第 1 制御軸方向へ移動して、次指定工具の刃先が被加工素材に対して第 2 制御軸方向へ整列する工具交換終端位置に配置することと、工具交換終端位置から刃物台を第 2 制御軸方向へ移動して、次指定工具の刃先が被加工素材から逃げ距離だけ第 2 制御軸に沿って離隔する工具選択完了位置に配置することを含む工具選択方法を提供する。

好適な態様においては、最大刃先距離を特定することが、被加工素材の加工工程の途中で行われる。

また、刃物台を工具選択完了位置に配置した後に、現選択工具に関連して被加工素材の回転中心に設定されていたワーク座標系原点を、現選択工具の刃先距離と次指定工具の刃先距離との差に相当する距離だけ第2制御軸方向へずらすことにより、次指定工具のためのワーク座標系を設定することが有利である。

また、刃物台に装着した全ての工具の刃先距離を求めた後に、全ての工具の刃先距離を互いに比較することが好ましい。

この構成では、全ての工具の刃先距離を互いに比較した結果、それら刃先距離の全てが同一である場合に、最大刃先距離を特定することなく、刃物台を第2制御軸方向へ移動して、現選択工具の刃先が被加工素材から逃げ距離に相当する距離だけ第2制御軸に沿って離隔する位置に配置し、この位置を工具交換始端位置とすることが有利である。

さらに本発明は、上記した工具選択方法を実施するための制御装置であって、逃げ距離及び刃物台に装着した全ての工具の刃先距離を、刃物台の固有データとして記憶する記憶部と、記憶部に記憶した固有データから、最大刃先距離を算出するとともに、工具交換始端位置、工具交換終端位置及び工具選択完了位置を算出してそれらの位置に対応する位置指令を発する処理部と、処理部から発せられた位置指令に従って、第1及び第2制御軸に沿った刃物台の送り運動を制御する駆動制御部とを具備する制御装置を提供する。

この制御装置は、数値制御装置から構成できる。

さらに本発明は、上記した制御装置を備える数値制御旋盤を提供する。

図面の簡単な説明

本発明の上記並びに他の目的、特徴及び利点は、添付図面に関連した以下の好適な実施形態の説明により一層明らかになる。同添付図面において、

図 1 は、本発明に係る工具選択方法を適用可能な工作機械の刃物台の構成を、現選択工具の加工作業終了時の状態で模式図的に示す概略正面図、

図 2 は、図 1 の刃物台を工具交換始端位置で示す概略正面図、

図 3 は、図 1 の刃物台を工具交換終端位置で示す概略正面図、

図 4 は、図 1 の刃物台を工具選択完了位置で示す概略正面図、

図 5 は、本発明に係る工具選択方法を実行可能な制御装置の構成を示すブロック図、

図 6 は、図 5 の制御装置による工具選択手順を示すフローチャート、及び

図 7 は、本発明に係る工具選択方法を適用可能な他の刃物台の構成を、模式図的に示す概略正面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図面において、同一又は類似の構成要素には共通の参照符号を付す。

図面を参照すると、図 1 は、本発明に係る工具選択方法を好都合に実施できる工作機械の刃物台 10 を概略で示す。図示実施形態では、刃物台 10 は、数値制御（NC）旋盤に装備されるものであり、図示しない旋盤機台上で互いに直交する第 1 制御軸（Y 軸）及び第 2 制御軸（X 軸）に沿って送り運動可能な構成を有する。この NC 旋盤は、被加工素材 W を把持して回転する主軸 12 を備え、刃物

台 1 0 は、その第 1 及び第 2 制御軸の双方を主軸 1 2 の回転軸線 1 2 a に直交させて、旋盤機台上に設置される。

刃物台 1 0 は、バイト、ドリル等の複数の工具 1 4 を並列配置で装着可能ないわゆるくし歯刃物台である。刃物台 1 0 には、それら工具 1 4 が、第 1 制御軸（Y 軸）方向へ互いに平行に離間した並列配置で、それぞれの刃先又は先端 1 4 a を同一方向へ向けて固定的に装着される。刃物台 1 0 は、複数の工具 1 4 を個別に固定的に装着するための複数の工具装着部 1 6 を備え、それら工具装着部 1 6 に、T 0 1 ～T 0 4 のツール番号が付与されている。さらに刃物台 1 0 には、工具装着部 1 6 に装着された各工具 1 4 の刃物台 1 0 上での刃先位置を特定するための、固有の標準刃先位置（基準面）R（一点鎖線で示す）が設定されている。図示実施形態では、複数の工具 1 4 は、標準刃先位置 R に対するそれぞれの刃先 1 4 a の位置 P 1 ～P 4 を不揃いにして、つまり標準刃先位置 R とそれら工具 1 4 の刃先位置 P 1 ～P 4 との間の距離 D 1 ～D 4（第 2 制御軸（X 軸）上の距離すなわち刃先距離）を不均一にして、刃物台 1 0 に装着されている（図 1）。

上記構成を有する NC 旋盤において、被加工素材 W に対する一連の加工プログラムの実行中に、刃物台 1 0 に装着した複数の工具 1 4 から個々の加工段階に使用する工具 1 4 を自動選択するための、本発明の一実施形態による工具選択方法を、図 1 ～図 4 を参照して以下に説明する。

まず、刃物台 1 0 に固有の前述した標準刃先位置 R を設定するとともに、刃物台 1 0 に装着した全ての工具 1 4 に関して、標準刃先位置 R から刃物台 1 0 上での実際の刃先位置 P 1 ～P 4（X 軸座標）までの刃先距離 D 1 ～D 4（X 軸上の距離）を求める（図 1）。また、刃物台 1 0 に装着した全ての工具 1 4 に関して、旋盤機台上

に予め設定した Y 軸の機械原点 M に関し、各工具 1 4 の刃先位置 $L_1 \sim L_4$ (Y 軸座標) を特定する (図 1)。他方、工具選択中に工具 1 4 の刃先を被加工素材 W の外周面から僅かに (通常は 1 mm 程度) 離隔するための逃げ距離 E (図 2) を設定する。

次に、全ての工具 1 4 のうち、加工作業に使用している現選択工具 (図示の例ではツール番号 T 0 3 の工具) 1 4 1 (図 2) と、次に使用する次指定工具 (図示の例ではツール番号 T 0 1 の工具) 1 4 2 (図 2) と、現選択工具 1 4 1 と次指定工具 1 4 2 との間に配置される中間配置工具が存在する場合はその中間配置工具 (図示の例ではツール番号 T 0 2 の工具) 1 4 3 (図 2) とに関して、それぞれの刃先距離の中から最大刃先距離を特定する (図示の例では D_2)。なお、中間配置工具が存在しない場合は、現選択工具 1 4 1 と次指定工具 1 4 2 とから最大刃先距離を特定する。そして、現選択工具 1 4 1 の加工作業完了後、刃物台 1 0 を + X 軸方向へ送り運動させて、現選択工具 1 4 1 の刃先 1 4 a が被加工素材 W の外周面から最大刃先距離 (D_2) と現選択工具 1 4 1 の刃先距離 (D_3) との差 (正の値) に逃げ距離 E を加えた距離 ($D_2 - D_3 + E$) だけ X 軸に沿って離隔する工具交換始端位置に配置する (図 2)。

続いて、工具交換始端位置 (図 2) から、刃物台 1 0 を + Y 軸方向へ送り運動させて、次指定工具 1 4 2 の刃先 1 4 a が被加工素材 W の回転中心軸線すなわち主軸回転軸線 1 2 a に対して X 軸方向へ整列する工具交換終端位置に配置する (図 3)。工具交換終端位置は、基本的には、工具交換始端位置における Y 軸上の現選択工具 1 4 1 の刃先位置 L_3 と次指定工具 1 4 2 の刃先位置 L_1 との差 (正又は負の値) に相当する距離 ($L_3 - L_1$) だけ、工具交換始端位置から Y 軸に沿って離隔した位置である。なお、現選択工具 1 4 1 がフライス等の回転工具である場合に、現選択工具 1 4 1 の加工作

業完了時の刃先が主軸回転軸線 1 2 a に対し X 軸方向へ整列しない位置にあっても、そのまま刃物台 1 0 を + X 軸方向へ送り運動させた位置を工具交換始端位置とすることがあるが、このような場合には工具交換終端位置と工具交換始端位置との距離は $(L 3 - L 1)$ とはならない。この Y 軸方向送り運動（すなわち工具交換動作）の間、現選択工具 1 4 1 と次指定工具 1 4 2 と中間配置工具 1 4 3 との間で最大刃先距離 $D 2$ を有する中間配置工具 1 4 3 は、被加工素材 W の外周面に対し、逃げ距離 E だけ刃先 1 4 a を X 軸に沿って離隔させた位置を通ることになる。

最後に、工具交換終端位置（図 3）から、刃物台 1 0 を - X 軸方向へ送り運動させて、次指定工具 1 4 2 の刃先 1 4 a が被加工素材 W の外周面から逃げ距離 E だけ X 軸に沿って離隔する工具選択完了位置に配置する（図 4）。これにより、工具選択作業が完了する。なお、工具選択完了位置は、工具交換終端位置から、最大刃先距離 $(D 2)$ と次指定工具 1 4 2 の刃先距離 $(D 1)$ との差に相当する距離だけ、X 軸に沿って離隔した位置である。

上記した工具選択方法においては、刃先位置を不揃いにして複数の工具 1 4 を装着した刃物台 1 0 に対し、Y 軸送り運動による工具交換動作を安全に遂行するために、現選択工具 1 4 1 と次指定工具 1 4 2 と中間配置工具 1 4 3 との間で最大刃先距離 $D 2$ を有する中間配置工具 1 4 3 が被加工素材 W に接触しない位置まで、刃物台 1 0 を後退させている。この後退動作は、Y 軸送り運動中の工具 1 4 と被加工素材 W との干渉を防止するために必要最小限度の動作である。したがって、刃物台を、全ての装着工具の中で最大刃先距離を有する工具（図示の例ではツール番号 T 0 4 の工具 1 4 4）が被加工素材に接触しない位置まで後退させたり、刃物台の許容移動範囲の限界位置まで後退させたりする従来技術に比べて、刃物台の無駄

な送り運動が可及的に排除され、加工工程中のアイドル時間が効果的に削減される。その結果、工具選択の回数が増えても、加工プログラムのサイクル時間の増加を極力抑制することができる。

刃物台 1 0 は、例えば N C 旋盤に装備される数値制御装置（以下、N C 装置と称する）の制御下で、予め入力された加工プログラムに従って、上記した X 軸送り運動及び Y 軸送り運動を遂行し、所望の工具 1 4 を割出選択するとともに、選択した工具 1 4 の刃先 1 4 a を被加工素材 W に接近又は離反する方向へ移動させて加工作業を実施する。加工作業に際しては、被加工素材 W の回転中心軸線すなわち主軸 1 2 の回転軸線 1 2 a の位置座標をワーク座標系の原点として、当該工具 1 4 の刃先 1 4 a の移動位置をワーク座標上で指令する。

上記した工具選択方法を N C 装置の制御下で実施する際には、現選択工具 1 4 1 による加工段階と次指定工具 1 4 2 による加工段階とで、刃物台 1 0 と被加工素材 W との加工中の相対位置関係が、Y 軸方向のみならず X 軸方向に関しても異なるものになるから、工具刃先位置を指令するためのワーク座標系も、工具選択の前後で異なる適当な位置に設定する必要がある。そこで、上記方法においては、まず刃物台 1 0 を工具交換終端位置に配置したときに、Y 軸に関して、現選択工具 1 4 1 の Y 軸刃先位置に設定されていたワーク座標系原点を、次指定工具 1 4 2 の Y 軸刃先位置まで Y 軸方向へずらす。そして、刃物台 1 0 を工具選択完了位置に配置した後に、X 軸に関して、現選択工具 1 4 1 に関連して被加工素材 W の回転中心 1 2 a に設定されていたワーク座標系原点を、現選択工具 1 4 1 の刃先距離 D_3 と次指定工具 1 4 2 の刃先距離 D_1 との差（正又は負の値）に相当する距離（ $D_3 - D_1$ ）だけ X 軸方向へずらす。それにより、次指定工具 1 4 2 のためのワーク座標系を設定することがで

きる。

また、上記した工具選択方法において、刃物台 10 に装着した全ての工具 14 の刃先距離 $D1 \sim D4$ が互いに同一である場合には、最大刃先距離を求める必要が無いので、次の手順を実施することが、演算処理時間を削減する観点で有利である。すなわち、刃物台 10 に装着した全ての工具 14 の刃先距離 $D1 \sim D4$ を求めた後に、それら工具 14 の刃先距離 $D1 \sim D4$ を互いに比較する。そして、それら刃先距離 $D1 \sim D4$ の全てが互いに同一である場合には、最大刃先距離を特定する演算を行なうことなく、刃物台 10 を X 軸方向へ送り運動させて、現選択工具 141 の刃先 14a が被加工素材 W から逃げ距離 E に相当する距離だけ X 軸に沿って離隔する位置に配置する。この位置を工具交換始端位置として、その後の Y 軸送り運動による工具交換動作を遂行する。このような構成でも、刃物台 10 は、Y 軸送り運動中の工具 14 と被加工素材 W との干渉を防止するために必要最小限度の後退動作を行なうことになるから、刃物台の無駄な送り運動を可及的に排除できる。

次に図 5 を参照して、上記した工具選択方法を NC 旋盤において実施するための本発明の一実施形態による制御装置の構成を説明する。図示実施形態では、制御装置は、NC 旋盤に装備される NC 装置 20 として構成されているが、本発明はこれに限定されず、NC 装置とは別の他の制御装置を使用することもできる。

NC 装置 20 は、入力部 22、表示部 24、処理部 (CPU) 26、記憶部 (ROM 28 及び RAM 30) 並びに駆動制御部 32 を備える。入力部 22 は、例えば数値キー付きのキーボード (図示せず) を有し、NC 旋盤の刃物台 10 及び主軸 12 のそれぞれの動作を制御するために必要なデータ (工具の選択、工作品の形状寸法、主軸回転数、工具の送り速度等) や、それらデータを含む各工具 1

4に関する加工プログラム（すなわちブロック列）が、入力部22で入力される。表示部24は、CRT（ブラウン管）やLCD（液晶ディスプレイ）等の表示装置（図示せず）を有し、入力部22で入力されたデータや加工プログラムを表示装置に表示したり、対話方式として表示装置上でシミュレーションしながらの自動プログラミングを可能にしたりする。

記憶部を構成するROM28には、刃物台10及び主軸12を駆動するための制御プログラムが予め格納されている。またRAM30には、指定ツール番号記憶領域、工具刃先距離記憶領域等の、工具選択機能に関連する各種データの記憶領域が設けられている。さらに、入力部22で入力された複数の工具14に関連するデータやそれらを含む加工プログラムは、CPU26の指示によりROM28又はRAM30に格納される。CPU26は、ROM28又はRAM30に記憶した各種データや加工プログラム並びにROM28に格納された制御プログラムに基づいて、駆動制御部32に作動指令を出力する。駆動制御部32は、CPU26からの作動指令に従い、種々の駆動機構34をそれぞれに制御して、NC旋盤に設置した刃物台10、主軸12等の可動構造体36をそれぞれに作動させる。

上記構成を有するNC装置20の制御下で、被加工素材Wの加工工程中に実施される工具選択方法を、図1～図4に示す実施形態に関連して、図6のフローチャートにより説明する。なお、工具選択方法を実施するに際し、NC装置20のRAM30には予め、被加工素材Wの直径 α （図2）、逃げ距離E、全工具14の刃先距離D1～D4、及び全工具14のY軸刃先位置L1～L4が、当該加工プログラムの固有データとして格納されている。

NC装置20に工具選択開始が指示されると、最初にCPU26

は、RAM 30に格納されたデータを読み出して、刃物台10に装着した全ての工具14の刃先距離D1～D4が互いに同一であるかを判断する（ステップ101）。そして1つでも異なる刃先距離が有った場合には、現選択工具141と次指定工具142と中間配置工具143とに関して、それぞれの刃先距離D1～D3の中から最大刃先距離D2を算出する（ステップ102）。ここで、仮にD1～D3の値が互いに同一であったとしても、D4の値がそれらと異なる場合には、ステップ102に進んで最大刃先距離（D1～D3のいずれでも良い）を算出する。算出した最大刃先距離D2は、RAM 30に格納される。

なお、最大刃先距離D2の特定は、通常は上記したように、被加工素材Wの加工工程の途中で工具選択開始が指示されたときに行なう。或いはその代わりに、NC装置20のRAM 30に前述した当該加工プログラムの固有データを格納した段階で、最大刃先距離D2の特定を予備作業として実施してもよい。刃先距離D1～D4の比較についても同様である。

次にCPU 26は、RAM 30に格納された素材直径 α 、逃げ距離E、各刃先距離D1～D4、及び最大刃先距離D2のデータを用いて、X軸に沿った刃物台10の工具交換始端位置を算出し、算出した工具交換始端位置をX軸座標データとして駆動制御部32に指令する（ステップ103）。駆動制御部32はこの指令に従い、刃物台10のX軸駆動機構34a（図5）を作動して、刃物台10を前述したように+X軸方向へ送り運動させる。ここで、刃物台10の工具交換始端位置は、現選択工具141に関連するワーク座標系で指定され、そのX軸座標は $[\alpha/2 + E + D2]$ となる。

ステップ101で全工具14の刃先距離D1～D4が同一（D）であると判断したときには、CPU 26は、最大刃先距離を算出す

ることなく、RAM 30に格納された素材直径 α 、逃げ距離E、及び刃先距離Dのデータを用いて、X軸に沿った刃物台10の工具交換始端位置を算出して駆動制御部32に指令する（ステップ104）。それにより、CPU 26における演算処理時間が短縮される。この場合、刃物台10の工具交換始端位置は、現選択工具141に関連するワーク座標系で指定され、そのX軸座標は $[\alpha/2 + E + D]$ となる。

続いてCPU 26は、RAM 30に格納されたY軸刃先位置L1～L4のデータを用いて、Y軸に沿った刃物台10の工具交換終端位置を算出し、算出した工具交換終端位置をY軸座標データとして駆動制御部32に指令する（ステップ105）。駆動制御部32はこの指令に従い、刃物台10のY軸駆動機構34b（図5）を作動して、刃物台10を工具交換始端位置から前述したように+Y軸方向へ送り運動させる。ここで、刃物台10の工具交換終端位置は、現選択工具141に関連するワーク座標系で指定され、そのY軸座標は $[L3 - L1]$ となる。工具交換終端位置を指令した後、CPU 26は、現選択工具141のY軸刃先位置に設定されていたワーク座標系原点を、次指定工具142のY軸刃先位置までY軸方向へずらすことにより、Y軸に関するデータシフト作業を実施する。

次にCPU 26は、RAM 30に格納された素材直径 α 、逃げ距離E、各刃先距離D1～D4、及び最大刃先距離D2のデータを用いて、X軸に沿った刃物台10の工具選択完了位置を算出し、算出した工具選択完了位置をX軸座標データとして駆動制御部32に指令する（ステップ106）。駆動制御部32はこの指令に従い、刃物台10のX軸駆動機構34a（図5）を作動して、刃物台10を工具交換終端位置から前述したように-X軸方向へ送り運動させる。ここで、刃物台10の工具選択完了位置は、現選択工具141に

関連するワーク座標系で指定され、そのX軸座標は $[\alpha / 2 + E + D1]$ となる。

工具選択完了位置を指令した後、CPU 26は、現選択工具141に関連して被加工素材Wの回転中心12aに設定されていたワーク座標系原点を、現選択工具141の刃先距離D3と次指定工具142の刃先距離D1との差（正又は負の値）に相当する距離（ $D3 - D1$ ）だけX軸方向へずらすことにより、X軸に関するデータシフト作業を実施する（ステップ107）。このようにして、次指定工具142のためのワーク座標系が設定される。

上記したNC装置20では、工具選択方法におけるステップ101～ステップ107の処理を、次指定工具のツール番号を指定する制御ブロック（例えばT0100）を加工プログラムに記述するだけで、手順どおり実施されるように構成できる。この場合、一連の加工プログラム中で工具選択を繰り返す場合にも、個々の工具選択指令のために各々1つの制御ブロックのみを記述すればよいので、プログラム作成作業が著しく容易になる。

上記した本発明に係る工具選択方法は、図7に示すように、主軸12に把持した被加工素材Wの軸線方向前方に配置されるドリル等の穴明け工具専用の刃物台40に対しても、好適に実施することができる。この刃物台40は、ドリル等の複数の穴明け工具42を並列配置で装着可能なくし歯刃物台状の構成を有し、主軸12の回転軸線12aに直交する第1制御軸（Y軸）方向及び回転軸線12aに平行な第2制御軸（Z軸）方向へ送り運動できる。刃物台40には、それら穴明け工具42が、Y軸方向へ互いに平行に離間した並列配置で、それぞれの刃先又は先端42aを同一方向へ向けて固定的に装着される。刃物台40には、各工具42の刃物台40上での刃先位置を特定するための、固有の標準刃先位置（基準面）R（一

点鎖線で示す) が設定されている。図示の例では、複数の工具 4 2 は、標準刃先位置 R に対するそれぞれの刃先 4 2 a の位置を不揃いにして、刃物台 4 0 に装着されている。このような刃物台 4 0 に関しても、前述した工具選択方法を好適に実施できることは理解されよう。

なお、本発明に係る工具選択方法、制御装置及び N C 旋盤はいずれも、例えば上記くし歯刃物台にドリル等の回転工具とバイトとを混載した構成において、図示実施形態と同様に適用でき、同等の作用効果を奏するものである。また、N C 旋盤に限らず、他の自動制御工作機械にも、本発明に係る工具選択方法又は制御装置を好適に適用できる。

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、互いに直交する 2 つの制御軸に沿って送り運動可能な刃物台を有する工作機械における工具選択方法において、工具選択作業中に刃物台の無駄な送り運動を回避できるから、加工プログラムのサイクル時間の増加を効果的に抑制できるようになる。しかも本発明によれば、工具選択プログラムの作成を著しく容易にすることができる。

以上、本発明に係る幾つかの好適な実施の形態を説明したが、本発明はこれら実施形態に限定されず、請求の範囲の開示内で様々な修正及び変更を為し得るものである。

請 求 の 範 囲

1. 互いに直交する第1及び第2制御軸に沿って移動可能な刃物台を有する工作機械で、該刃物台に第1制御軸方向へ並列する配置でそれぞれの刃先を同一方向へ向けて装着した複数の工具から、所望の工具を自動選択するための工具選択方法であって、

前記刃物台に固有の標準刃先位置を設定することと、

工具選択中に工具の刃先を被加工素材から僅かに離隔するための逃げ距離を設定することと、

前記刃物台に装着した全ての工具に関して、前記標準刃先位置から該刃物台上での実際の刃先位置までの刃先距離を求めることと、

前記全ての工具のうち、先に使用する現選択工具と、次に使用する次指定工具と、該現選択工具と該次指定工具との間に配置される中間配置工具が存在する場合は該中間配置工具とに関して、それぞれの前記刃先距離の中から最大刃先距離を特定することと、

前記現選択工具の加工作業完了後、前記刃物台を第2制御軸方向へ移動して、該現選択工具の刃先が被加工素材から前記最大刃先距離と該現選択工具の前記刃先距離との差に前記逃げ距離を加えた距離だけ前記第2制御軸に沿って離隔する工具交換始端位置に配置することと、

前記工具交換始端位置から前記刃物台を前記第1制御軸方向へ移動して、前記次指定工具の刃先が被加工素材に対して前記第2制御軸方向へ整列する工具交換終端位置に配置することと、

前記工具交換終端位置から前記刃物台を前記第2制御軸方向へ移動して、前記次指定工具の刃先が被加工素材から前記逃げ距離だけ該第2制御軸に沿って離隔する工具選択完了位置に配置することと、

を含む工具選択方法。

2. 前記最大刃先距離を特定することが、被加工素材の加工工程の途中で行われる請求項1に記載の工具選択方法。

3. 前記刃物台を前記工具選択完了位置に配置した後に、前記現選択工具に関連して被加工素材の回転中心に設定されていたワーク座標系原点を、該現選択工具の前記刃先距離と前記次指定工具の前記刃先距離との差に相当する距離だけ前記第2制御軸方向へずらすことにより、該次指定工具のためのワーク座標系を設定することをさらに含む請求項1に記載の工具選択方法。

4. 前記刃物台に装着した全ての工具の前記刃先距離を求めた後に、該全ての工具の該刃先距離を互いに比較することをさらに含む請求項1に記載の工具選択方法。

5. 前記全ての工具の前記刃先距離を互いに比較した結果、それら刃先距離の全てが同一である場合に、前記最大刃先距離を特定することなく、該刃物台を前記第2制御軸方向へ移動して、前記現選択工具の刃先が被加工素材から前記逃げ距離に相当する距離だけ該第2制御軸に沿って離隔する位置に配置し、該位置を前記工具交換始端位置とする請求項4に記載の工具選択方法。

6. 請求項1～5のいずれか1項に記載の工具選択方法を実施するための制御装置であって、

前記逃げ距離及び前記刃物台に装着した全ての工具の前記刃先距離を、該刃物台の固有データとして記憶する記憶部と、

前記記憶部に記憶した前記固有データから、前記最大刃先距離を算出するとともに、前記工具交換始端位置、前記工具交換終端位置及び前記工具選択完了位置を算出してそれらの位置に対応する位置指令を発する処理部と、

前記処理部から発せられた位置指令に従って、前記第1及び第2

制御軸に沿った前記刃物台の送り運動を制御する駆動制御部と、
を具備する制御装置。

7. 数値制御装置からなる請求項6に記載の制御装置。

8. 請求項6に記載の制御装置を備える数値制御旋盤。

Fig.1

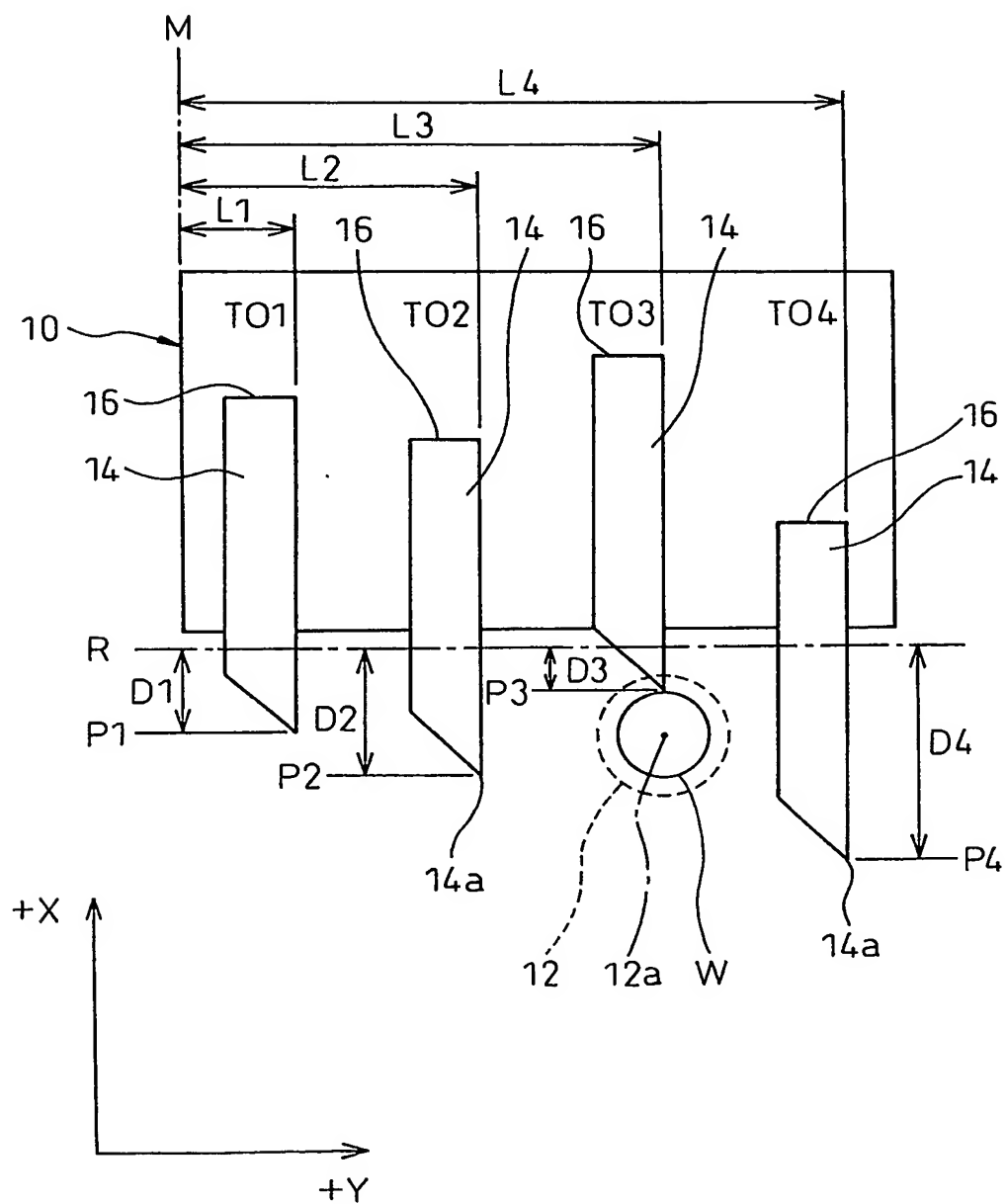


Fig.2

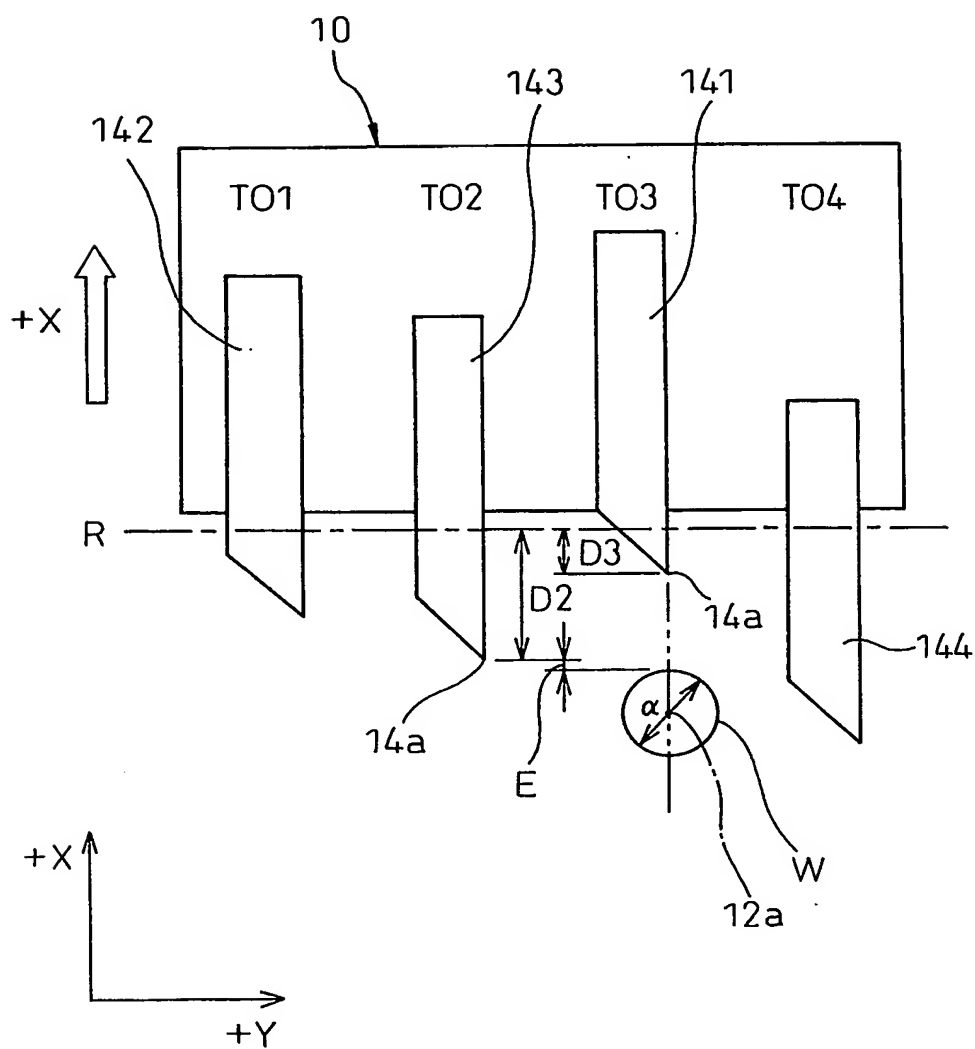


Fig.3

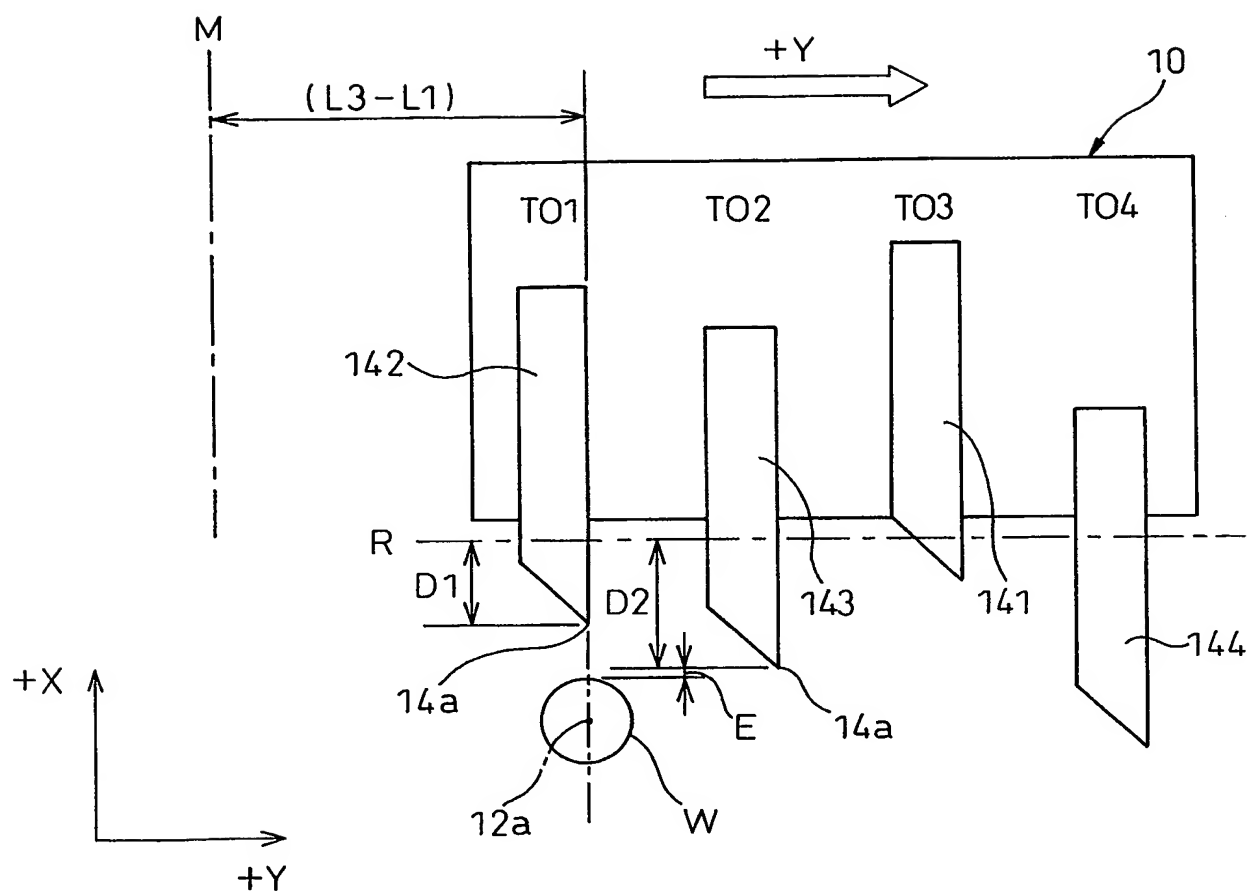


Fig.4

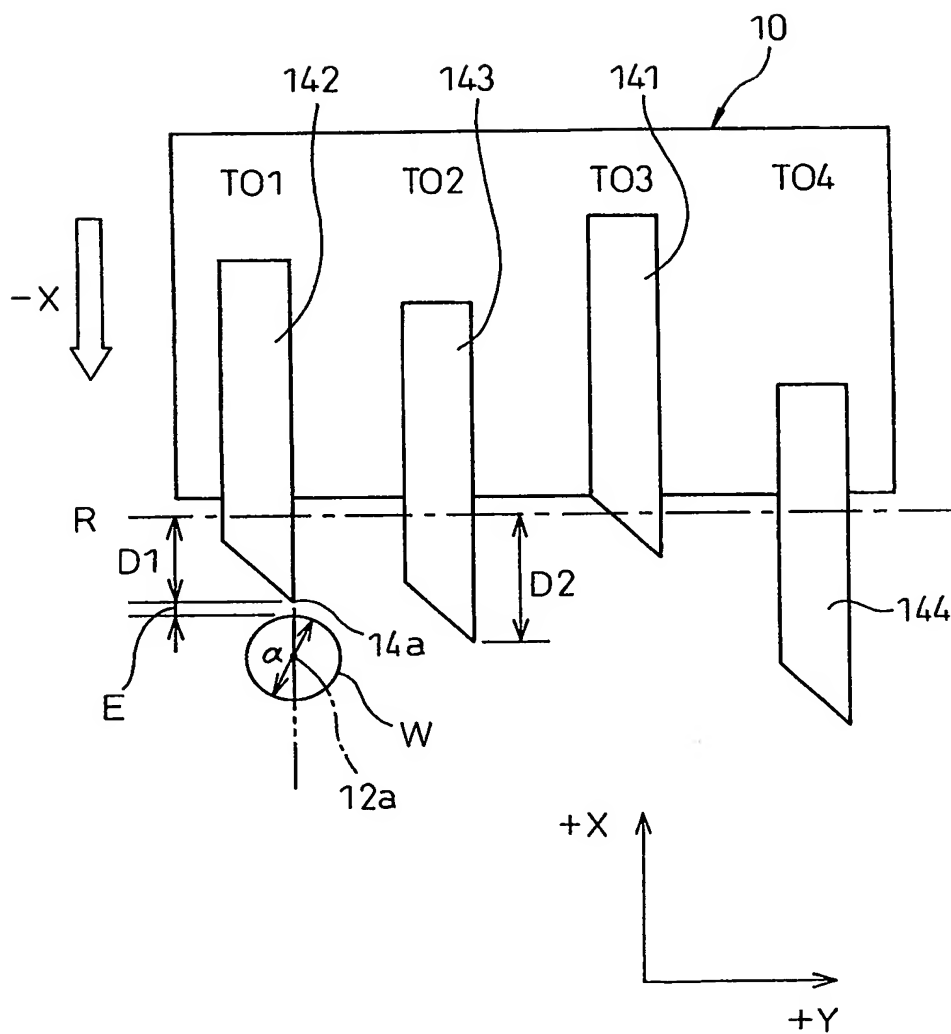


Fig.5

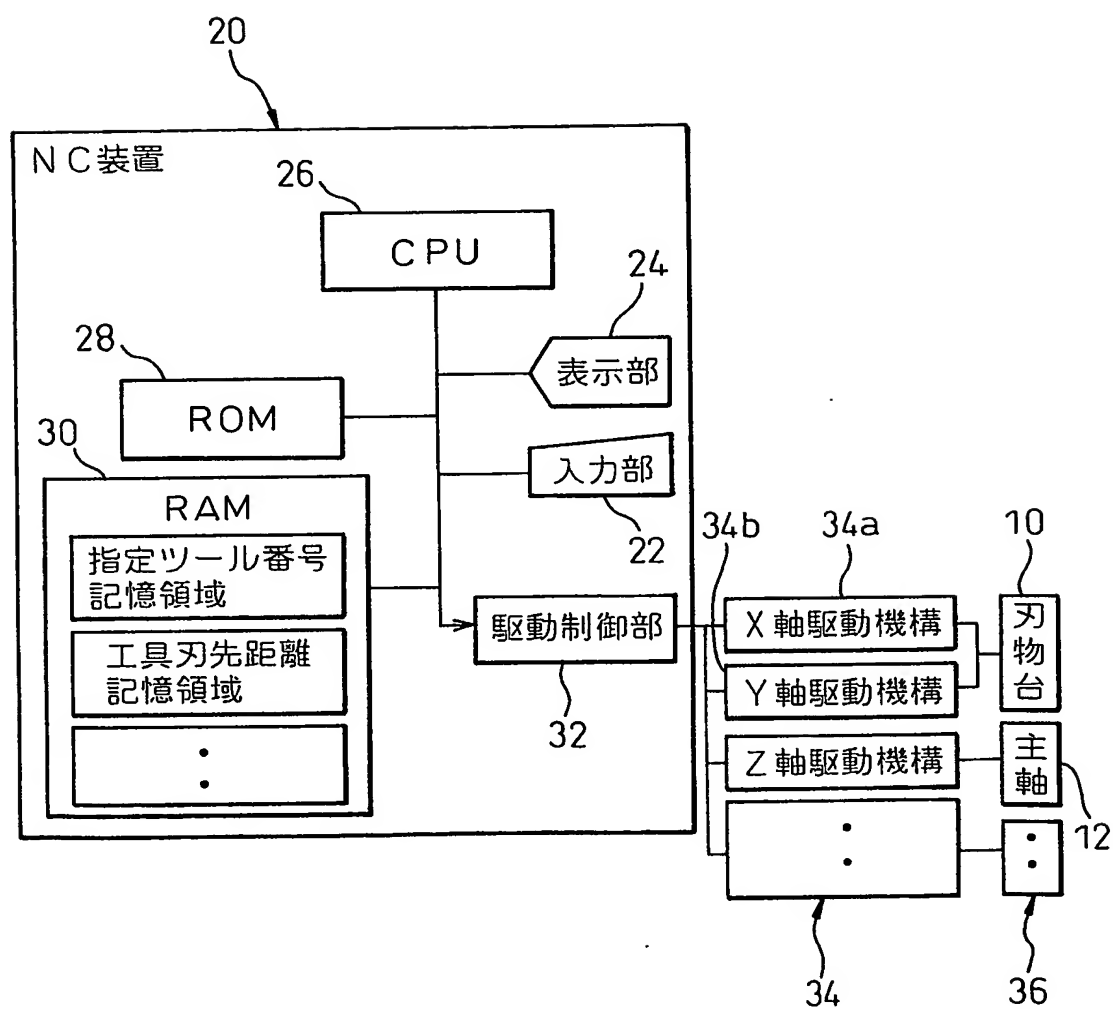


Fig.6

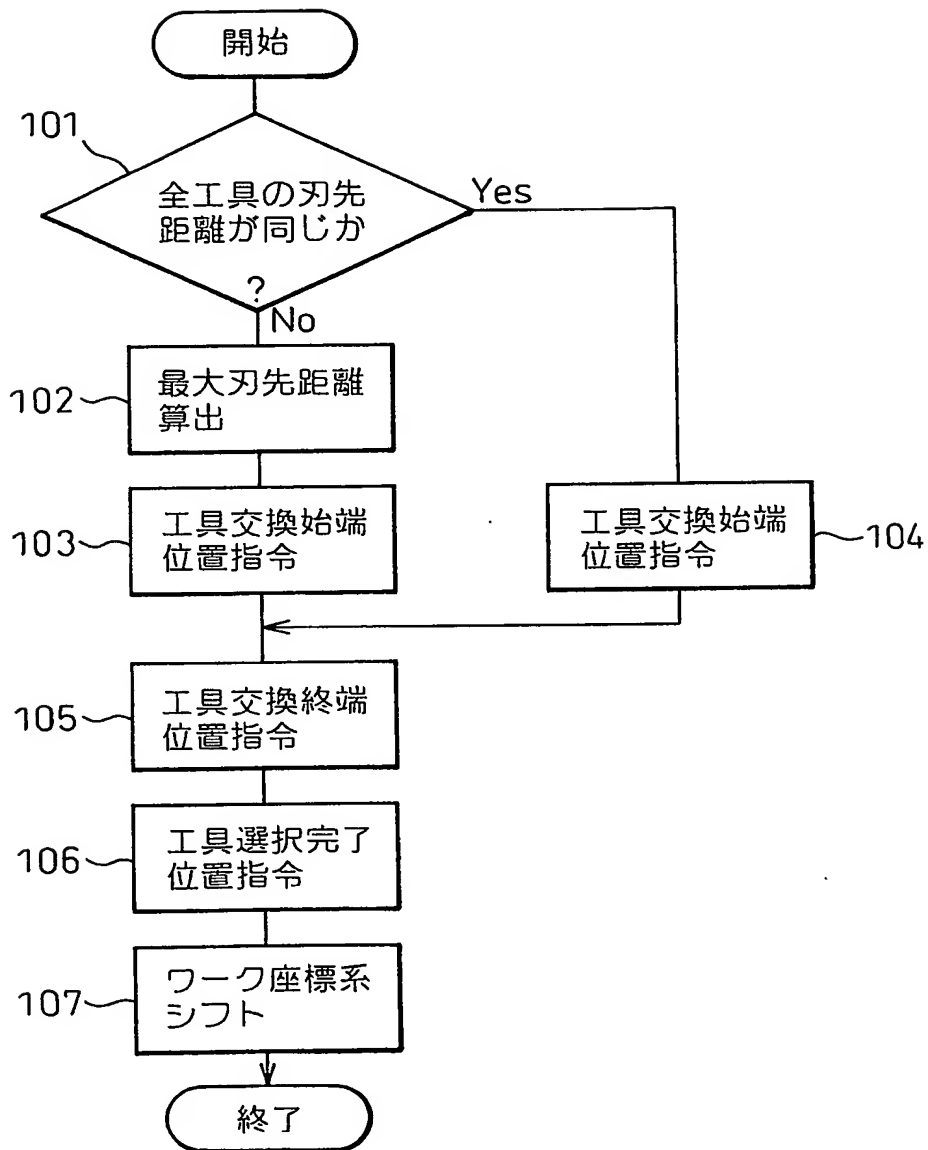
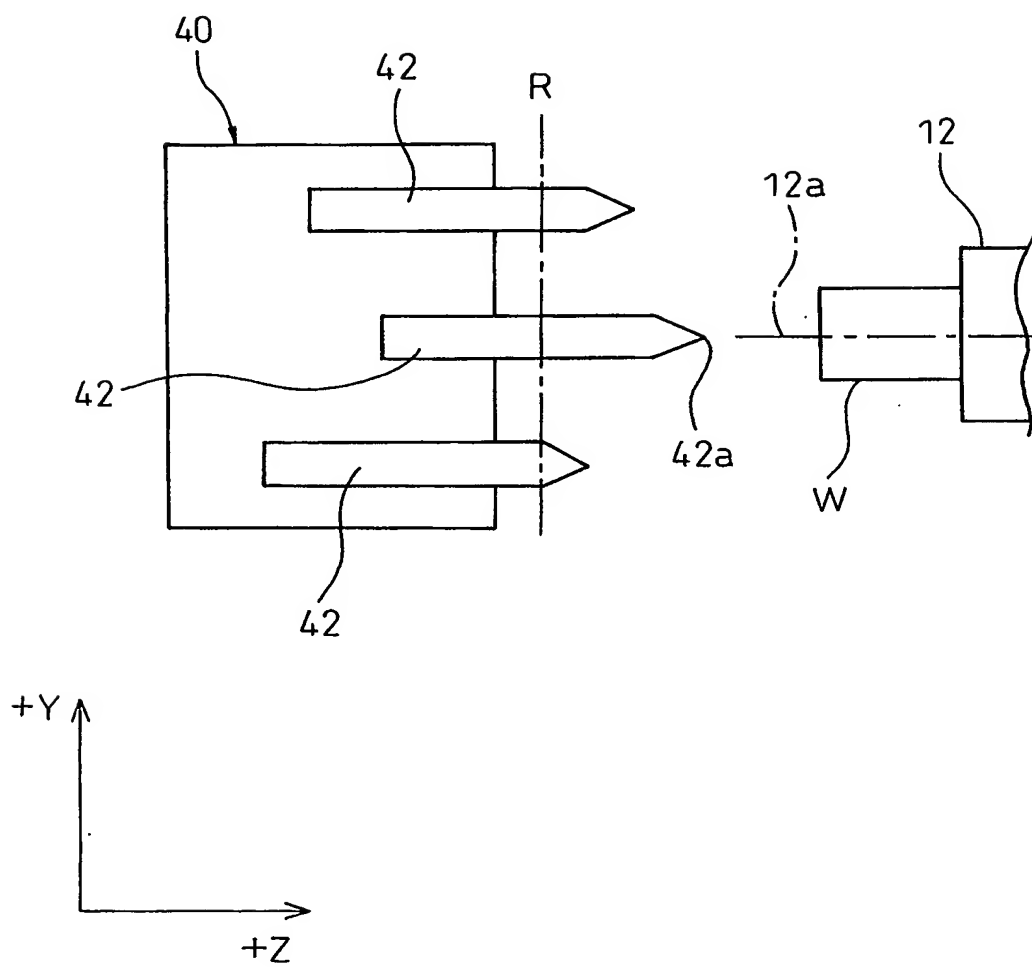


Fig.7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/09541

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ B23Q15/00, B23Q15/00, 301		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ B23Q15/00-15/28, G05B19/18-19/46, B23B1/00-25/06, B23Q3/155, B23Q3/157		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JOIS (JICST)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-118203 A (Citizen Watch Co., Ltd.), 14 May, 1996 (14.05.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2-41842 A (Kabushiki Kaisha Okuma Tekkosho), 13 February, 1990 (13.02.90), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 03 October, 2003 (03.10.03)		Date of mailing of the international search report 21 October, 2003 (21.10.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 B23Q15/00 B23Q15/00, 301

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 B23Q15/00-15/28 G05B19/18-19/46
B23B1/00-25/06 B23Q3/155 B23Q3/157

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JOIS (JICST)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 8-118203 A (シチズン時計株式会社), 1996. 05. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2-41842 A (株式会社大隅鐵工所), 1990. 02. 13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 10. 03

国際調査報告の発送日

21.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

所村 美和



3C

3118

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☒ OTHER: Holes

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.